RAZzies

Maandblad van de Radio Amateurs Zoetermeer



Maart 2017

Met in dit nummer:

Colofon

RAZzies is een uitgave van de Radio Amateurs Zoetermeer. Bijeenkomsten van de Radio Amateurs Zoetermeer vinden plaats op elke tweede en vierde woensdag van de maanden september - juni om 20:00 uur in het clubhuis van de Midgetgolfclub Zoetermeer in het Vernède sportpark in Zoetermeer.

Website:

http://www.pi4raz.nl

Redactie:

Frank Waarsenburg PA3CNO pa3cno@pi4raz.nl

Informatie:

info@pi4raz.nl

Kopij en op- of aanmerkingen kunnen verstuurd worden naar razzies@pi4raz.nl

Nieuwsbrief:

http://pi4raz.nl/maillist/subscribe.php

Van de redactie

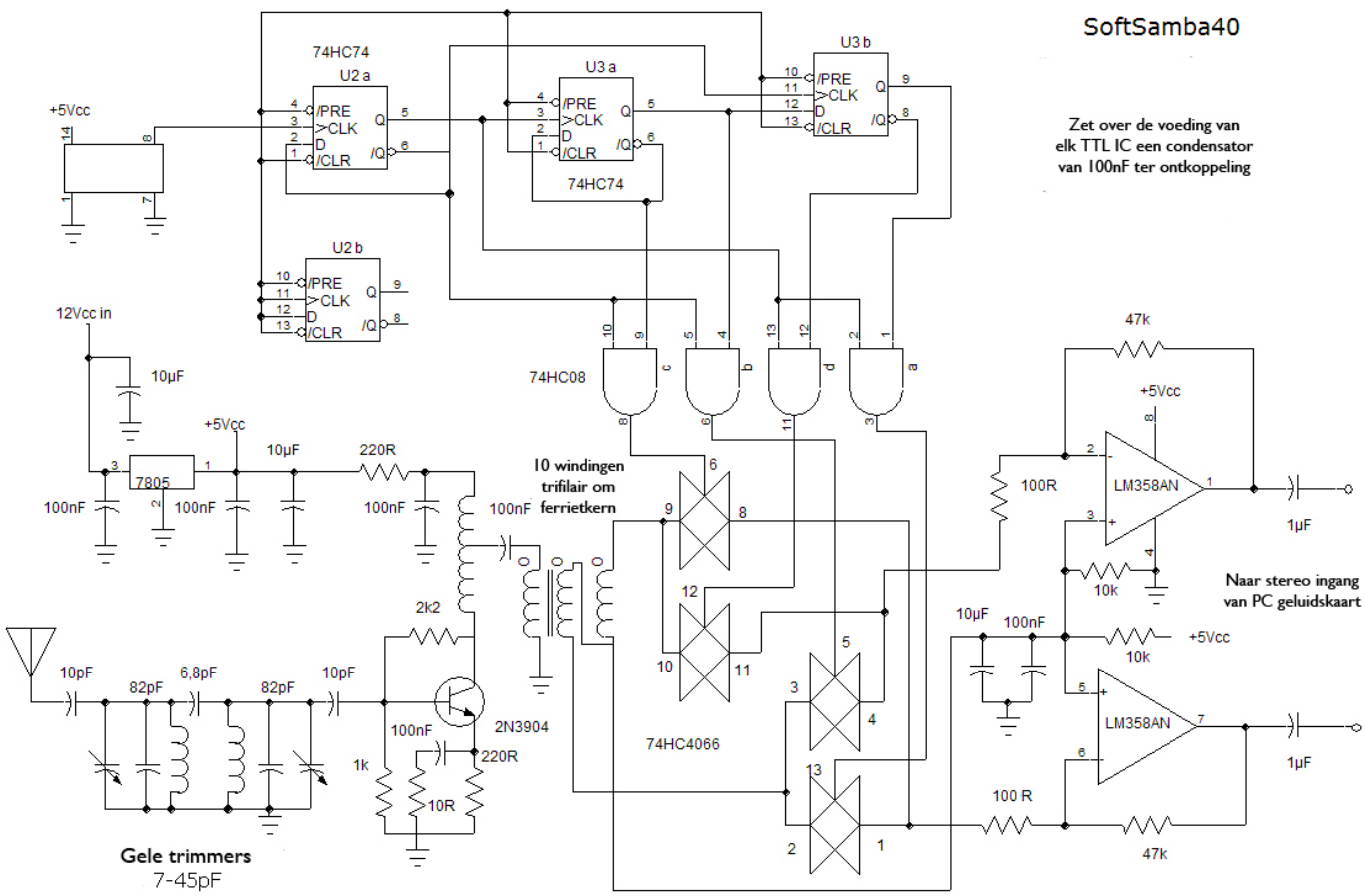
Terwijl ik dit schrijf, twee dagen voordat de maand maart - en daarmee de meteorologische lente - begint, zijn de condities nog steeds dramatisch. Zo af en toe is er wel een opleving, maar dat is door-gaans maar van korte duur. Het biedt wel alle ruimte om de aandacht aan de soldeerbout de besteden in plaats van aan de seinsleutel. Met nog een dikke vier weken te gaan tot de jaarlijkse expeditie van een aantal RAZ-leden naar Liechtenstein, wor-den al druk onderdelen verzameld want ja, China heeft onbetrouwbare levertijden en je wilt toch alles op tijd binnen hebben. Ook op de club-avonden komen de leukste dingen voorbij en daarvan zie je doorgaans bijna real-time verslagen en foto's op onze facebook pagina. Het is niet gezegd dat van alle ontwerpen ook daadwerkelijk bouwpakketten gemaakt worden, maar beschrijvingen in de RAZzies komen er wel. In een bouw-pakket gaat een hoop werk zitten: er moeten meerdere prototypes gemaakt. Niet alleen van de schakeling, maar als de schakeling eenmaal uitontwikkeld is moet er een print ontworpen, want dat bouwt wel zo lekker. En dan komt het voor dat in de print ook nog wijzigingen aangebracht moeten worden. Dan moet de inschrijving geregeld, finan-ciële zaken afgehandeld, bestellingen geplaatst bij vaak meerdere leveran-ciers en dan moeten de pakketten samengesteld. Dat doen we niet voor elke knutsel. En dan begrijp je ook waarom het soms wat langer duurt...

Simpele SDR ontvanger voor 40m

SDR is de radio van de toekomst. Hoezeer ik ook hou van analoge radio's met hun typerend geruis en geknetter: als je een keer geluisterd hebt naar de SDR ontvanger van Bart PA3HEA en hem het SSB geruis in FM kwaliteit om hebt horen toveren, dan kan je niet anders dan concluderen dat het wel érg mooi is allemaal. Maar voor je aan een Lima, Red Pitaya of ander ingewikkeld project begint, is het wel aardig om eens te proberen wat het allemaal kan. En liefst niet te duur. Miguel PY2OHH publiceerde al een tijd geleden eens een alternatief voor de Softrock ontvanger. Een simpele SDR ontvanger met eenvoudig ver-

Simple SDR receiver for 40m

SDR is the radio of the future. Though I just love analog radios with their typical hissing an static noise, once you have heard the SDR transceiver of Bart PA3HEA, and watched him magically transfer the noisy SSB signal into a FM-like crystal clear signal, the only conclusion must be that SDR indeed is a very nice technique. But before you start working on a Lima, Red Pitaya or some other complex project, it may be nice to experience how SDR works and sounds. And preferably not too expensive. Miguel PY2OHH published already some time ago an alternative for the Softrock receiver. A simple SDR receiver using easily obtainable components and which can simply be

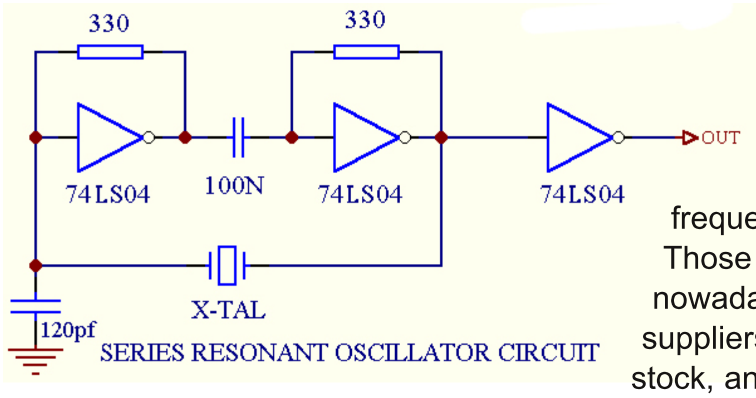


krijgbare componenten die makkelijk te bouwen is op een stukje dubbelzijdig printplaat. Daarmee kan je eens experimenteren met het fenomeen SDR.

Hierboven zie je het schema van de ontvanger. Het HF signaal wordt links onder aangeboden aan een bandpassfilter, waarvan het signaal naar een versterkertrapje met een bipolaire transistor gaat. Het signaal wordt daarna door een stel analoge schakelaars gestuurd, die op deze wijze werken als direct conversie detectors. Het resultaat gaat naar twee op-amps, die de I en Q signalen vervolgens aanbieden aan de geluidskaart van de computer. Door de menging in de analoge schakelaars ontstaan de som- en verschilsignalen, maar doordat de somsignalen (14MHz) kansloos zijn qua versterking van de op-amps, bereiken alleen de verschilsignalen de uitgang. Voor wat betreft het opwekken van de I en Q signalen: daarvoor zorgen een paar gewone TTL IC's, aangestuurd door een kristalklok.

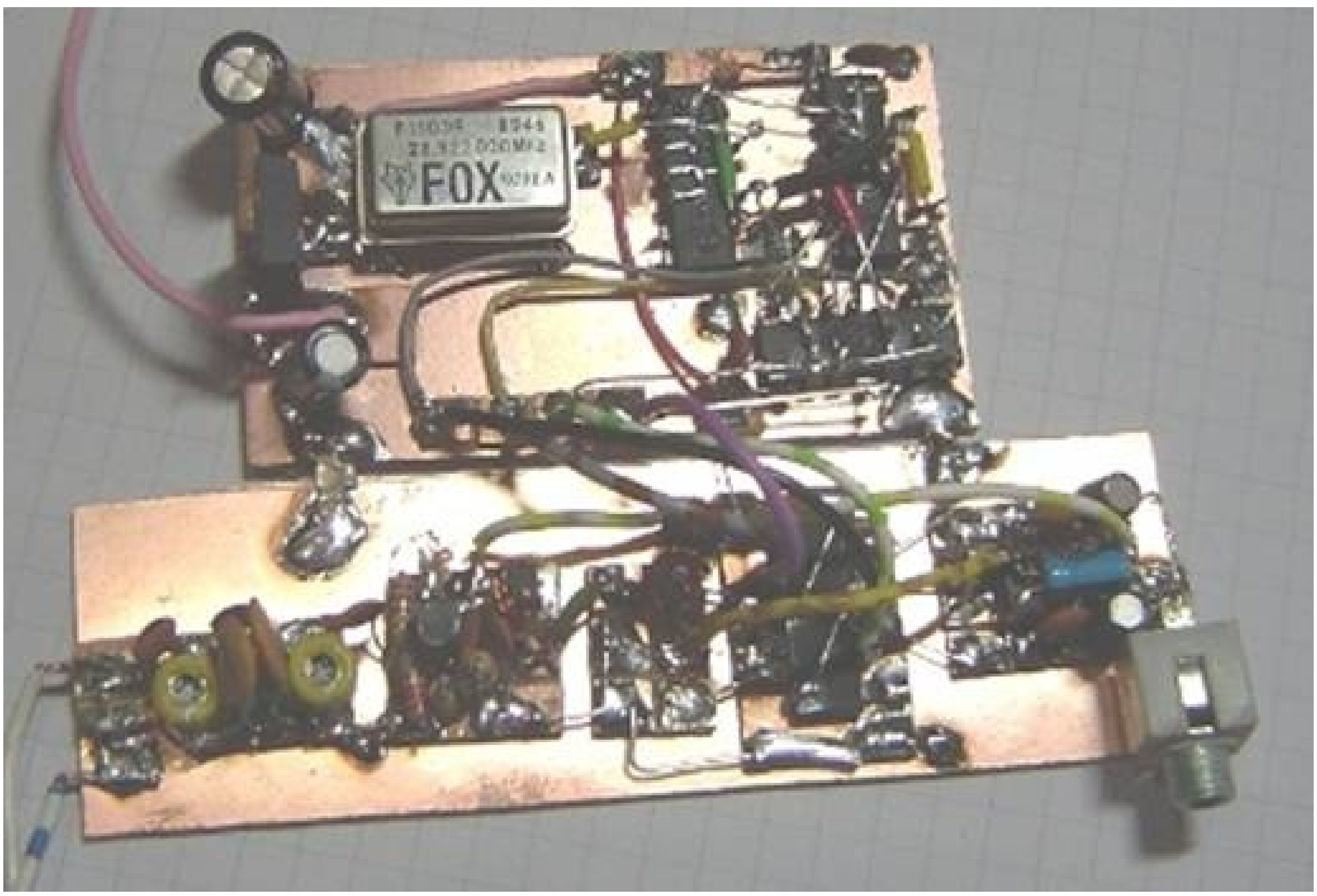
build on a piece of double sided printed circuit board (Manhattan style). That will give you the opportunity to experiment with the SDR radio phenomena.

In the picture above you see the schematic diagram of the receiver. The RF signal enters the circuit bottom left, and passes a band pass filter. The signal then passes an amplifier stage consisting of a bipolar transistor. Then the signal passes a couple of analog switches using 4066 gates, functioning as direct conversion demodulators. The result goes through two opamps, which in turn present the I and Q signals to the soundcard of the decoding computer. The mixing process in the analog switches produces the sum and difference of the two signals, but because the sum signals are way to high in frequency (14MHz), they will not be amplified by the opamps and only the signal differences will reach the output. Generating the I and Q signals is realized by a couple of ordinary TTL ICs, driven by a crystal clock.



Voor wat de klok betreft: in het origineel werd een oscillator blokje toegepast met een frequentie van 28,322MHz. Die blijkt lastig te krijgen: onze standaard leveranciers hebben 'm niet, en in China moet je ze per 1000 kopen. Maar wat ze in China wél hadden, is een kristal van 28,322MHz. 28,375MHz kan je trouwens ook vinden. De eerste levert een centrale frequentie van 7080,5kHz, en de tweede 7093,75kHz. Ik bestelde 10 kristallen van 28,322MHz voor $1,02 inclusief verzendkosten... Alleen moet er dan nog een oscillator van gemaakt worden. Dat is geen enkel probleem, zie schema bovenaan de pagina. Dit soort oscillatoren werkt moeiteloos tot 30MHz en daarmee maak je je eigen ingeblikte oscillator.

Regarding the clock oscillator: in the original design a canned oscillator was used, with a frequency of 28.322MHz. Those are hard to get nowadays: our preferred suppliers did not have them in stock, and in China you have to buy them in lots of 1000 pcs. But what they did have in China, is a crystal of 28.322MHz. Another available frequency is 28.375MHz. The first frequency gives you a center frequency of 7080.5kHz, and the second one gives you 7093.75kHz. I ordered 10 crystals of 28.322MHz for $1.02 including shipping costs... The only thing you need to do, is make an oscillator. And that is no problem, see the schematic diagram at the top of the page. These oscillators work without any problem up to 30MHz and in this way you can make your own canned oscillator.



Opbouw van de ontvanger

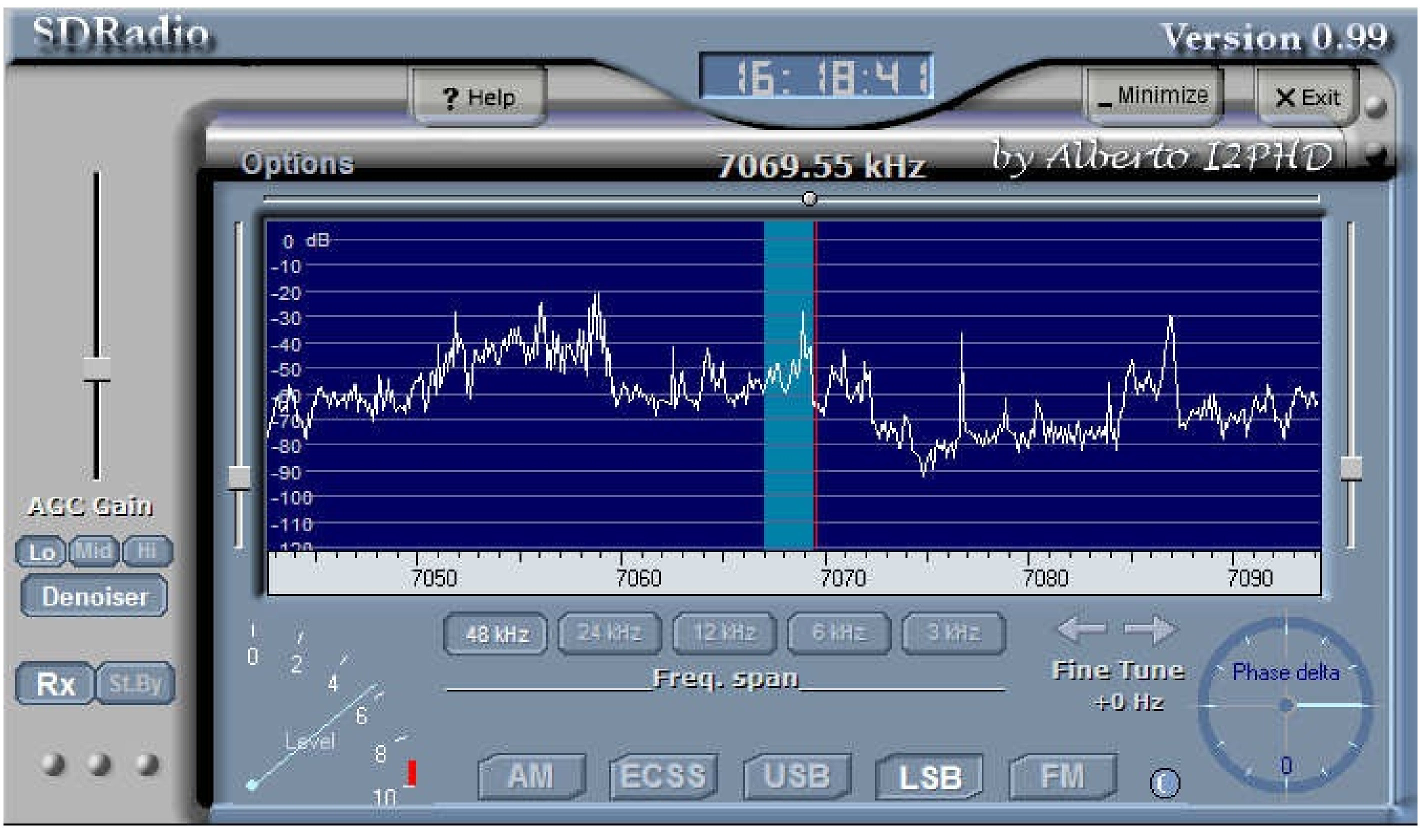
Setup of the receiver

Bouw van de ontvanger

Zoals op de foto op de vorige bladzijde te zien is, kan de ontvanger eenvoudigweg opgebouwd worden op een stukje dubbelzijdig printplaat. Miguel splitste de ontvanger in een digitale print en een analoge print, maar je kunt alles ook op 1 stuk print bouwen. De bovenste print is de digitale print, waarvan de kloksignalen naar de analoge print geleid worden waar zich de 4066 schakelaars bevinden. In het schema zijn de spoelen van het bandfilter niet benoemd, maar volgens berekening moeten die ongeveer 5uH zijn, en dat is 4 windingen om een FT37-43 kern of 34 windingen om een T50-6. Voor de ontvangst kan je gebruik maken van het programma SDRADIO. De voeding van de hele schakeling is 5V, wat je kunt maken met een standaard driepoot. Maar wat ook een optie is, is om de voeding uit de USB-poort van de computer te halen. Op die manier heb je geen extra voeding nodig en ben je met b.v. een laptop als computer volledig portable. Een USB en een audio kabel is alles wat je dan nodig hebt.

Construction of the receiver

As you can see on the picture on the previous page, the receiver can easily be build on a piece of double sided circuit board. Miguel split the receiver in a digital and an analogue board, but it is perfectly possible to build everything on one single board. The upper board on the picture is the digital board, from which the clock signals are fed to the analogue board where the 4066 switches are located. The schematic does not give you the values of the inductors in the band filter, but according to my calculations they should be about 5uH, which is 4 turns on a FT37-43 core, or 35 turns on a T50-6 core. As SDR software you can use SDRADIO for instance. The power supply of the entire circuit is 5V, which you can make using a standard 78xx series regulator. Another option is deriving the power supply from the USB-interface of your computer. In that way you do not need an extra power supply and you can operate fully portable using a laptop as computer. A USB and an audio cable is all you need in that case.



Het programma SDRADIO

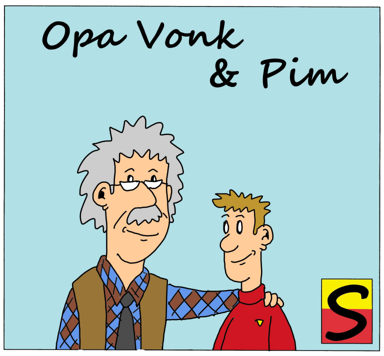
The program SDRADIO

Afregeling

Er valt niet veel af te regelen aan de ontvanger: alleen het bandpassfilter aan de ingang. Stel de trimmers zo af dat de ontvangststerkte maximaal is. Mocht het niet mogelijk zijn een maximum in te stellen (de trimmer staat op één van zijn uiterste waarden) dan moet je de desbetreffende spoel een beetje aanpassen. Dat wil zeggen: minder windingen als de trimmer op maximum staat bij maximaal signaal, en meer windingen als de trimmer op minimum staat bij maximaal signaal. Dit is een goedkope manier om eens aan SDR te snuffelen: de hele ontvanger kost nog geen tientje...

Adjustment

The receiver does not have many adjustment points: only the band pass filter at the input. Adjust the trimmer capacitors for maximum output. In case it is not possible to obtain a maximum (the trimmer is at minimum or maximum position) then correct the corresponding inductor. That is: Less turns when the trimmer is at maximum position with maximum signal, and more turns when the trimmer is at minimum with maximum signal. This is a low cost way to get familiar with SDR: the total cost of the receiver is less than 10 bucks...



Pim stormde Opa Vonk's piephok binnen en brak bijna zijn nek over de kabels die van een opstelling op Opa's werkbank naar een of ander groot apparaat in een 19 inch kast liepen, die onhandig genoeg tegen de andere muur stond. "Ho, ho, rustig!" riep Opa verschrikt. "Waarom die haast?" Pim keek Opa met een rood aangelopen hoofd aan en begon: "Ik heb nog eens na zitten denken. Heeft U nog meer verklaringen voor al die rare amateurgewoontes en spraakgebrekken?" vroeg hij. Opa fronste een wenkbrauw. "Spraakgebrekken? Wel eens een visclub bezocht? Die hebben pas een spraakgebrek", bromde hij. "Maar verklaar je nader". Pim ratelde: "nou, zoals mayday, pan, 73, de..." Opa stak bezwerend een hand op. "Ik snap 'm. Ik heb misschien niet overal een verklaring voor, maar ik ga het proberen. Mayday wordt niet zozeer door amateurs gebruikt, maar hoor je meer in de scheepvaart en luchtvaart, net zoals pan pan. De gangbare verklaring is dat het uit het Frans komt, van het Franse m'aidez - en dat betekent "help me" - en dat wordt uitgesproken als "mayday." (Noot: niet precies.... De Franse uitspraak is "med-ay", maar goed, dicht genoeg in de buurt). Zo ook het woord Securite. Als de USCG (de Amerikaanse kustwacht) dit 3 keer uitspreekt op marifoon kanaal 16 dan betekent het dat er een bericht komt over veiligheid, navigatiegevaren of gevaar voor opvarenden. Het wordt ook uitgesproken als het Franse woord securité en betekent "veiligheid".

En nog meer Frans: ook de noodkreet "PAN PAN PAN" is afgeleid van het Franse "panne", wat kapot betekent, of buiten dienst. Over het woordje "de" is wel wat discussie uit welke taal het precies komt, maar dat maakt voor de toepassing niet uit: zowel in het Spaans als - alweer - in het Frans betekent het "van", of "door" (als in: gezegd of uitgevoerd door). In telegrafie is "de" natuurlijk veel korter dan "dit is", dus seint "PA0ABC de PA0XYZ" sneller dan "PA0ABC this is PA0XYZ". En dan zie je meteen dat heel veel amateurs de klok wel hebben horen luiden, maar nog nooit een klepel van dichtbij gezien hebben: die roepen dan "Dit is de PA0ABC" en dat is dubbel op. Het is "Dit is PA0ABC" of "de PA0ABC" maar niet allebei. Dat is echt fout. Helaas worden sommige uitdrukkingen die fout gebruikt worden, vervolgens gemeengoed en als niemand corrigeert, weet men op een gegeven moment niet beter."

"En CQ?" vroeg Pim. "Komt dat van het Engelse 'Seek You'?" "Nou, dat weet ik niet, maar het is al heel oud", antwoordde Opa. "Ook hier is de gangbare mening dat het afgeleid is van het Franse Securité, net als eerdere afkortingen, maar dan hier in de vertaling 'Opgepast!'. Al in 1904 waren een aantal schepen uitgerust met draadloze telegrafie. De Engelse operators waren bijna allemaal telegrafisten van het vasteland die hun treinstation of postkantoor hadden ingeruild voor een nieuwe werkplek op de open zee. Ze brachten niet alleen hun morsecode mee, maar ook hun eigen telegrafie afkortingen. Eén daarvan was de algemene oproep - CQ, die toen gebruikt werd om de aandacht van alle operators aan een landlijn te trekken. Het signaal ging vooraf aan het tijdssignaal 's-morgens om 10 uur en ook aan alle algemene berichten van enig belang. Vandaar 'Opgepast' of 'Let op!'.

CQ ging vervolgens naar zee en werd de algemene oproep voor alle schepen. Maar de Marconi Company realiseerde zich dat een of ander universeel noodsignaal wel handig zou zijn, en vaardigde daarom de volgende verordening uit: ``Het is ons gebleken dat de oproep `CQ' (Alle Stations), welke voldoet voor algemene zaken, niet voldoende de ernst overbrengt in geval van een noodsituatie. Daarom moet vanaf 1 februari 1904, het signaal dat uitgezonden wordt door een schip in nood of dat anderszins hulp behoeft, geseind worden als `CQD.'`` (De D stond daarbij voor Distress, het Engelse woord voor Nood). Dat doet vermoeden dat tot aan 1 februari 1904 sommige schepen CQ ook als noodoproep gebruikten, en mogelijk weinig aandacht kregen voor deze roep om hulp. Dat was nog voordat er twee keer per uur stilteperiodes werden ingelast - 600m was toen een gekkenhuis, en een CQ zou waarschijnlijk onopgemerkt zijn gebleven.

Een andere interessante is het gebruik van de uitdrukking '73'. Ook die gaat terug tot de eerste dagen van de telegrafie op het land. Je vindt 'm al in een van de eerste uitgaven van de codetabellen, elk met een andere definitie, maar met dezelfde intentie: het gaf aan dat het einde van de uitzending eraan kwam. Maar er is geen hard bewijs dat de code ook daadwerkelijk gebruikt werd.

Het eerste bevestigde gebruik van 73 is in de publicatie `The National Telegraphic Review and Operators' Guide`, voor het eerst gepubliceerd in april 1857. In die tijd betekende 73 "My love to you"!, ofwel: Liefs. Opeenvolgende uitgaven van deze publicatie bevestigden het gebruik van deze uitdrukking. Vreemd genoeg hebben sommige van de codes die toen gebruikt werden, nu nog steeds dezelfde betekenis, maar in korte tijd begon het gebruik van 73 te veranderen. Tijdens de Nationale Telegraaf Conventie werd de code van een soort Valentijsachtige betekenis naar een meer algemene betekenis veranderd. Daarmee werd 73 een groet, een vriendelijke uitwisseling tussen twee operators en vanaf dat moment in gebruik op alle telegraaflijnen.

In 1859 definieerde de Western Union Company de standaard "92 Code." Er werd een lijst met nummers van 1 tot 92 samengesteld die een reeks van tevoren gedefinieerde zinnen voorstelden, voor gebruik door landlijn telegrafisten. In die 92 Code veranderde 73 van een standaard groet naar een meer "accepteer mijn hartelijke groet", dat meer in lijn was met het wollige taalgebruik in dat tijdperk. In de jaren tussen 1859 en 1900 zie je in de handboeken voor telegrafisten allerlei variaties op deze betekenis, maar de basis blijft: Hartelijke groeten. Ik heb de 92 code voor je opgezocht, en dit is er nog van bekend:

1 Wait a moment
2 Important Business
3 What time is it?
4 Where shall I go ahead?
5 Have you business for me?
6 I am ready
7 Are you ready?
8 Close your key; circuit is busy
9 Close your key for priority business (Wire chief, dispatcher, etc)

10 Keep this circuit closed
12 Do you understand?
13 I understand
14 What is the weather?
15 For you and other to copy
17 Lightning here
18 What is the trouble?
19 Form 19 train order
21 Stop for a meal
22 Wire test
23 All copy
24 Repeat this back
25 Busy on another wire
26 Put on ground wire
27 Priority, very important
28 Do you get my writing?
29 Private, deliver in sealed envelope
30 No more (end)
31 Form 31 train order
32 I understand that I am to ...
33 Car report (Also, answer is paid for)
34 Message for all officers
35 You may use my signal to answer this
37 Diversion (Also, inform all interested)
39 Important, with priority on thru wire (Also, sleep-car report)
44 Answer promptly by wire
73 Best regards
88 Love and kisses
91 Superintendent's signal
92 Deliver promptly
93 Vice President and General Manager's signals
95 President's signal
134 Who is at the key?

Codes 19 en 31 waren opdrachten vanuit de spoorwegen en tot in de 70-er jaren van de vorige eeuw in gebruik, zelfs nadat de telegraaf al lang van de treinen verdwenen was. Wat ik daarbij op wil merken, is dat de morse code die door de landlijn telegrafisten gebruikt werd, wat afweek van de code zoals die nog door amateurs gebruikt werd. De landlijn code werd Amerikaanse Morse genoemd. De code '30' in Amerikaanse morse was ..._. _____ (de nul was gewoon een exta lange streep). 30 is de code voor 'einde (uitzending)'. Die code werd verbasterd tot ..._._ en wordt hedentendage geseind als SK of VA aan elkaar.... Hetzelfde geldt voor 'es' dat geseind wordt in plaats van 'and': Dat is afgeleid van het Amerikaanse Morse teken '&' en dat was dit dididit (. ...).

Dan is er nog de 'R', die je vaak geseind hoort worden als de sleutel aan de andere operator overgegeven is. Daar wordt dan 'OK, begrepen' mee bedoeld. Meer voor de hand liggend: 'Received', ofwel Ontvangen. Net zoals wij in Nederland het oude telefoonalfabet hebben (Anna, Bernard, Cornelis etc.) hadden ze dat in Amerika ook: Able, Baker, Charlie... De naam die voor de R gebruikt werd, was Roger. En zo kwam in phone de term Roger in zwang om aan te geven dat je de uitzending begrepen had. Wellicht ken je uit de spelletjeswereld nog wel het programma Roger Wilco, waarmee het in de begintijd mogelijk was om met elkaar te praten tijdens een computerspel - vooral in zwang bij flight simulators. Het Wilco is een samentrekking van de woorden Will Comply, in de betekenis van 'ik zal je orders opvolgen'.

Naast de 'R' van Roger werd in de eerste dagen van CW ook wel de Morse letter 'C' gebruikt voor 'Correct', en de phone tegenhanger daarvan was 'Charlie'. Dat wordt nog steeds wel gebruikt door Morse operators en ook de (Amerikaanse?) militairen gebruiken het nog, zoals in "That's Charlie" of "That's a Charlie readback". Gewoonlijk na het herhalen van een bericht en in de betekenis van 'dat is correct'.

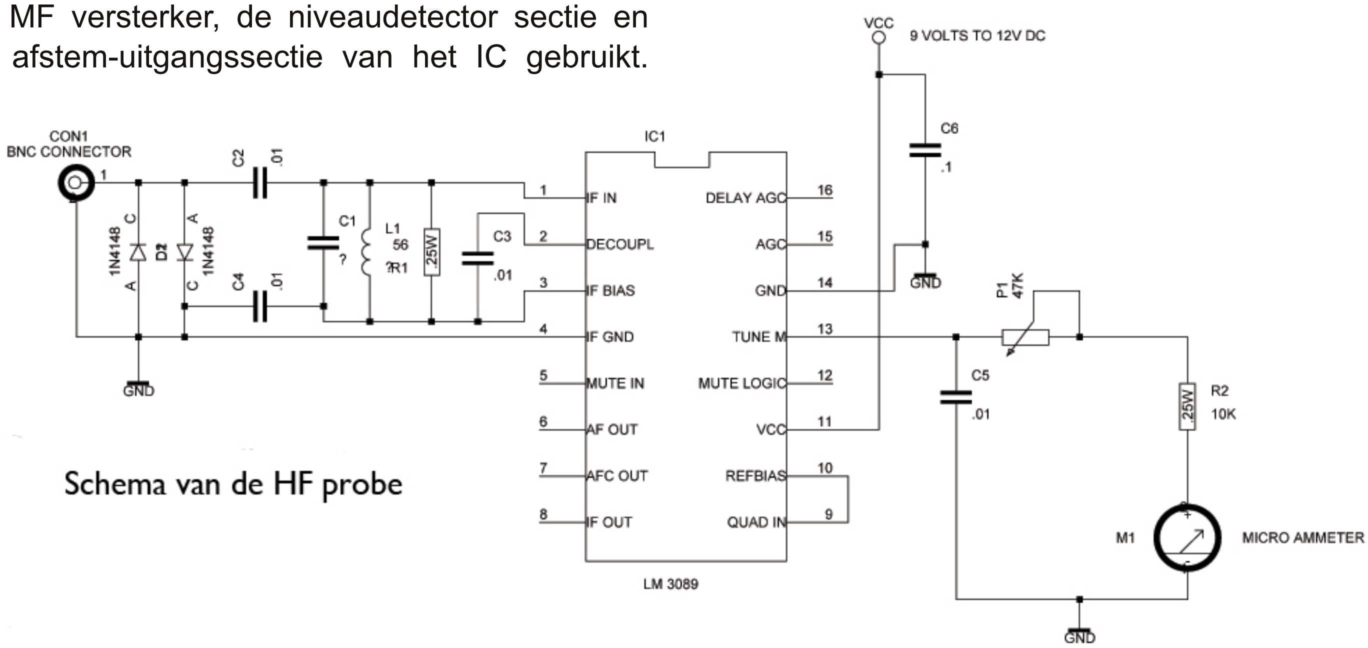
Zo zie je maar dat een heleboel gebruiken uit de amateurwereld best wel te verklaren zijn, als je de achtergronden maar kent", besloot Opa zijn verhaal. Pim had met open mond zitten luisteren en zelfs vergeten om Opa ook maar één keer te onderbreken. "Geweldig", bracht hij eindelijk uit. "Nooit geweten waar al die gekke gebruiken vandaan kwamen, maar U heeft het een heel stuk helderder gemaakt!" zei hij. "En dat was precies de bedoeling", knikte Opa. "Als je weet wat de achtergrond is, ben je ook minder geneigd om dingen verkeerd te gebruiken en heb ik mijn doel bereikt", besloot Opa.

HF probe

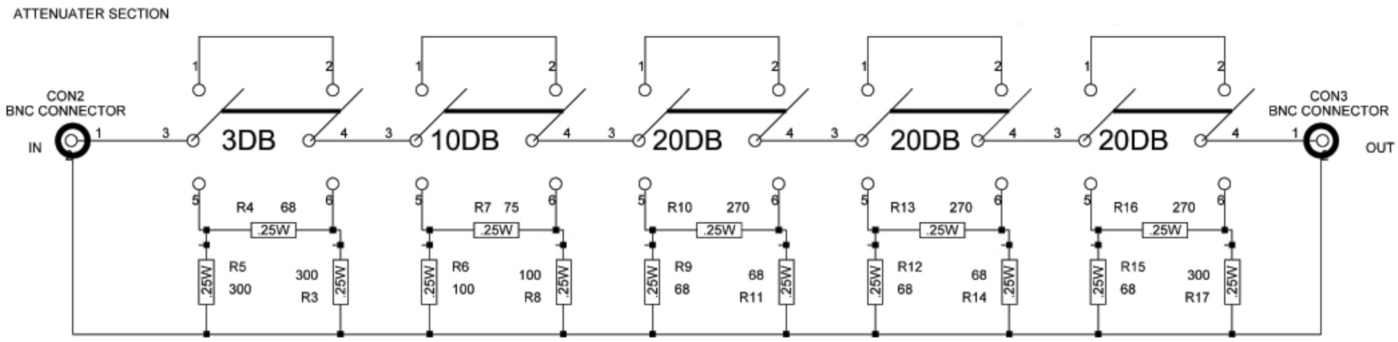
Als je regelmatig experimenteert dan weet je hoe lastig het is om de sterkte van HF signalen te meten. Sommigen beschikken over een oscilloscoop, maar niet elke amateur heeft zo'n apparaat. Begint de Wattmeter eenmaal uit te slaan, dan kan je op de aanwijzing van de meter afgaan, maar bij kleine signalen is afgerelen een stuk lastiger. De hier beschreven schakeling is in staat de aanwezigheid van HF signalen aan te tonen en de sterkte ervan weer te geven op een gecalibreerde micro-ampèremeter. De gevoeligheid van de probe ligt in de orde van grootte van microVolts. De schakeling is goed bruikbaar in het volledige HF spectrum (tot 30 MHz). Er is een verzwakker toegevoegd zodat ook sterkere signalen te meten zijn. Meet je uitsluitend microVolten dan is een verzwakker niet nodig. De probe geeft niet alleen de signaalsterkte weer op de meter, maar levert aan de uitgang desgewenst versterkt het ingangssignaal. Die uitgang kan b.v. gebruikt worden voor demodulatie etc. Het hart van de schakeling bestaat uit het FM ontvanger IC LM 3089 die gemaakt werd door National semiconductor. Een beetje (heel) oud IC, maar Reichelt in Duitsland levert 'm nog voor €5,85 onder de naam CA 3089. Voor ons doel worden de MF versterker, de niveaudetector sectie en de afstem-uitgangssectie van het IC gebruikt. Het IC heeft een uitgang voor een afstemmeter waarmee de signaalsterkte in dB weergegeven kan worden. Een meter met een volle schaal van maximaal 150 micro-Ampère voldoet voor deze toepassing. Een VU meter zoals gebruikt in geluidssystemen is bijvoorbeeld bruikbaar, en niet kritisch voor wat betreft de nauwkeurigheid. De meter kan gecalibreerd worden door er een bekende bron aan te hangen, of een standaard S-meter.

Verzwakker

De verzwakker bestaat uit een aantal stappenverzwakkers met respectievelijk 3 dB, 10 dB, 20db, 20db en 20dB verzwakking, een totaal van 73dB. Persoonlijk zou ik er nog een trap van 3 dB voor zetten, omdat ik de stap van 3 naar 10 dB nogal groot vind. 3 dB is een factor 2 en 10 dB is een factor 10. Met een extra 3 dB trap kan je ook een factor 4 maken (6 dB) en dat geeft net wat meer flexibiliteit. Elke verzwakkerstap kan met de desbetreffende dubbelpolige omschakelaar ingeschakeld worden. Voor de schakelaar dient een goede kwaliteit gekozen te worden, en de weerstanden moeten toch minimaal wel 5% nauwkeurigheid hebben (koolweerstanden), maar bij voorkeur



Schema van de HF probe



Schema van de verzwakkerschakeling

gebruik je metaalfilm typen van 1%. Een ervaren bouwer soldeert de weerstanden gewoon op de schakelaar van de desbetreffende verzwakker-sectie. Maar je kunt er natuurlijk ook een print voor maken. Realiseer je wel dat 73 dB een heleboel verzwakking is en dat je de losse secties onderling waarschijnlijk moet afschermen voor het beste resultaat. Ga je vermogens verzwakken (dus meten aan een zender) dan dienen de eerste secties tot en met de eerste 20 dB verzwakker met vermogensweerstanden uitgevoerd te worden. Waarbij je er wel aan moet denken om die dan ook in te schakelen bij het meten aan 100W, anders fikken je laatste verzwakkers alsnog uit. Denk daarbij dan ook aan ventilatie voor de weerstanden om het vermogen kwijt te raken. Voor je idee: bij het inschakelen van de verzwakkers zoals in het origineel gaat de helft van het vermogen (3 dB) in je eerste verzwakker zitten, Dat is 50W als je een 100W zender hebt. 90% van wat overblijft wordt in de 10 dB verzwakker omgezet in warmte (nog eens 45W) en wat overblijft, gaat naar de eerste 20 dB verzwakker. Wil je instraling in de meter voorkomen, dan verdient een metalen behuizing de voorkeur.

Opbouw

De opbouw is vrij eenvoudig. Je kunt de meter opbouwen op een stukje experimenteerprint. Gebruik een goede kwaliteit coax voor het verbinden van de ingangsconnector met de meetschakeling, en maak de kabel zo kort mogelijk. De diodes 1N4148 zijn om het IC tegen te hoge ingangsspanningen te beschermen, maar hebben zelf geen enkele bescherming! Als je daar 100W op zet heb je twee flitsbuizen. Gebruik je de schakeling uitsluitend voor lage signaalniveau's zoals bij ontvangers, dan kan je de diodes weglaten. De afgestemde kring bestaande uit L1 en C1 kan toegevoegd worden om de schakeling te gebruiken voor selectieve sigaalmetingen. L1 en C1 moeten daartoe afgestemd worden op de gewenste frequentie. Voor breedband toepassingen kan de afstemkring weggelaten worden. Er wordt een 9 Volt batterij aanbevolen voor de voeding. De opgenomen stroom is ongeveer 30 milli Ampere (maximum). Voor een betrouwbare meting wordt een goede aarde eveneens aanbevolen.

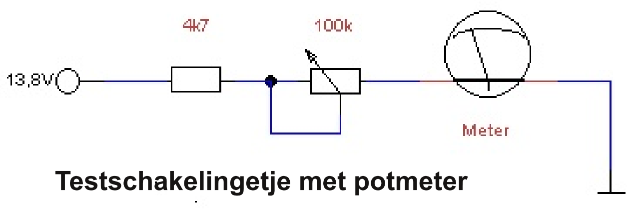
Calibratie

Het calibreren van de meter moet met grote zorgvuldigheid geschieden wil je de beste resultaten halen. Daarvoor wordt potmeter P1 gebruikt. Wordt er een meter gebruikt met een grote(re) gevoeligheid, dan kan je een shunt weerstand overwegen. Gebruik voor de calibratie een geijkte meetzender of andere bekende bron. Regel de potmeter af zodat de waarden overeenkomen en check de werking van de verzwakker (mits toegepast). Eventueel kan je zelf de meterschaal aanpassen.

Meterschaal aanpassen

En nou we het toch over het aanpassen van meterschalen hebben: hoe kan je zoiets dan doen? Ik heb daar in 2009 al eens wat over geschreven op de website, maar ik denk dat veel lezers dat nooit gezien hebben. Dus vertel ik het verhaal hier nog maar eens. Het hangt er natuurlijk vanaf wat je voorhanden hebt. Het beste zijn gevoelige meters, omdat die straks de schakeling waar ze in toegepast worden, het minst belasten. Ik ga hieronder even uit van twee praktijkvoorbeelden die toevallig van meters zijn die ik op de Lichtmis organiseerde. Meters zijn overigens voor redelijke prijzen te koop bij Baco[1] .

Het eerste voorbeeld: een meter die voorzien was van 3 schalen: 0-250V, 0-500V en 0-1000V. Ik begon met de serieweerstand uit de meter te halen. Soms zijn het precisietypen, maar als ze toch aangepast moeten worden voor het bereik dat we wensen, kan je 'm er net zo goed helemaal uithalen. De volgende stap is het meten van de inwendige weerstand van de meter. Op de universeelmeter bleek de inwendige weerstand 48 Ohm te zijn. Tijdens het meten sloeg de meter uit naar 40% van de schaal dus het was kennelijk een gevoelige meter! Vervolgens is het zaak om de gevoeligheid van de meter te bepalen. Ik gebruikte daarvoor een potmeter van 100k in serie met een weerstand van 4k7. Die beschermt de meter nog enigzins als je de potmeter te ver doordraait...



Testschakelingetje met potmeter

Begin met de potmeter op maximum en verbind de serieschakeling van potmeter, 4k7 weerstand en meter met bijvoorbeeld je shack voeding van 13,8V. Draai voorzichtig de potmeter terug tot de meter volle schaal aanwijst. Lukt dat niet met de potmeter helemaal ingedraaid, verklein dan de 4k7 weerstand. Staat de meter op volle schaal, meet dan met de universeelmeter de weerstand van de potmeter. Die waarde plus de 4k7 weerstand plus de meterweerstand gaan we gebruiken om te rekenen. Bij mij was de totale weerstand ca. 16,5k. De spanning van de voeding was inderdaad 13.8V, en dus is de stroom die nodig is om de meter volle schaal aan te laten wijzen volgens de wet van Ohm:

$$I = \frac{U}{R} \Rightarrow I = \frac{13,8}{16550} = 0,000833A$$

ofwel circa 833µA. Deze meter moest de anodespanning van mijn lineair gaan meten, en daarvoor moet de volle schaal 1500V zijn. De weerstand die vervolgens in serie moet met de meter is dan:

$$R = \frac{U}{I} \Rightarrow R = \frac{1500}{0,000833} = 1,8M\Omega$$

Neem bij deze spanningen niet 1 weerstand van 1,8M, maar bijvoorbeeld 10 weerstanden van 180k in serie! De reden daarvoor is dat zulke hoge spanningen over de weerstand heen spetteren en je meter kunnen vernielen. Een paar weerstanden in serie verdeelt de spanning over de weerstanden en daardoor springt de (hoog)spanning er niet overheen. Puristen zullen opmerken dat ik de inwendige weerstand van de meter in de berekening moet meenemen, maar met een inwendige weerstand van 48 Ohm is die verwaarloosbaar op 1,8M.

De tweede meter was oorspronkelijk 0-25mA maar ook dat was niet goed. Voor het instellen/checken van de ruststroom van de PL519 in mijn lineair moest het bereik eigenlijk 50mA zijn omdat de ideale instelling rond de 25mA ligt. Dat zou precies volle schaal zijn en als het iets meer is staat de meter in de hoek. Afregelen op halve schaal is uiteraard veel gebruikersvriendelijker. Tijdens gebruik loopt de stroom op tot 200mA bij 1300V (260W input) dus in bedrijf moet de schaal 250mA worden.

De meter had origineel een inwendige weerstand van 4 Ohm, dus dit was typisch een stroommeter. Ik sloopte de shunt eruit en hield 10 Ohm inwendige weerstand over. Met die waarde laat de stroom zich raden: de volle schaal was bij een stroom van 10mA. Dat maakt deze meter minder geschikt als voltmeter. Waarom? Als er 10mA moet lopen bij 1300V, is dat een vermogen van 0,01 maal 1300 is 13W en dat wordt in de serieweerstand opgestookt! Een hoop energieverlies voor niets. Maar als stroommeter hebben we dat probleem niet omdat er dan geen serieweerstand in hoeft.

Nu het berekenen van de shunt. Als ik immers 50mA volle schaal wil hebben, moet ik een weerstand parallel aan de meter zetten die de overtollige stroom opsoupeert. Nou kan ik ingewikkeld de formule voor parallelschakeling van weerstanden gaan toepassen, maar ik beperk me weer tot de wet van Ohm (die vertellen ze je als je van de Universiteit komt: U=IR ofwel u bent ingenieur, een makkelijk ezelsbruggetje). Bij volle schaal liep er immers 10mA en de weerstand van de meter was 10 Ohm. De spanning over de meter is dan:

$$U = I * R \Rightarrow U = 10 * 0,01 = 0,1V$$

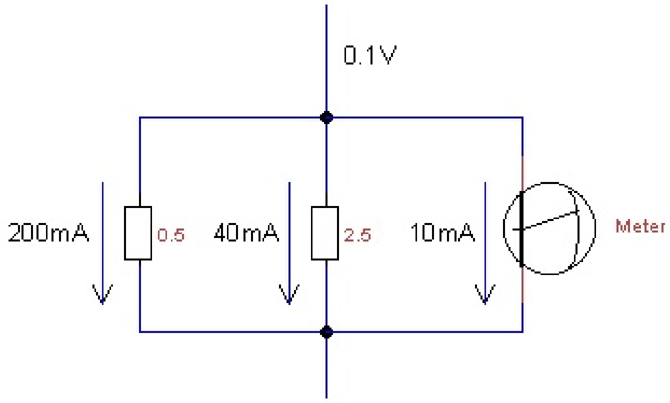
Wil ik 50mA weergeven, dan loopt er 10mA door de meter. De overige 40mA moet door de shuntweerstand en daar staat dan uiteraard diezelfde 0,1V over. De shunt wordt dan:

$$R = \frac{U}{I} \Rightarrow R = \frac{0,1}{0,04} = 2,5\Omega$$

Die waarde maak ik door 4 weerstanden van 10 Ohm parallel te zetten. Nu nog het bereik van 250mA. Ik laat de eerste shunt zitten; dan heb ik al 50mA weggewerkt. Moet ik nog 200mA kwijt, eveneens bij 0,1V. Dus de tweede shunt wordt:

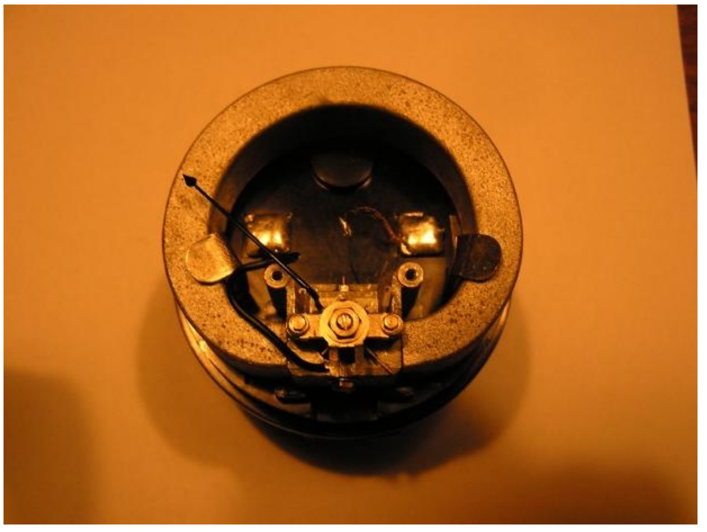
$$R = \frac{U}{I} \Rightarrow R = \frac{0,1}{0,2} = 0,5\Omega$$

Hiervoor neem ik twee weerstanden van 1 Ohm parallel en dan heb ik mijn tweede stroombereik. In dit bereik is de waarde van de meter parallel aan de twee shunts slechts 0,4 Ohm en dat is verwaarloosbaar in de kathode van de PL519. Er valt immers maar 0,1V over en dat vind je op 1300V echt niet meer terug.

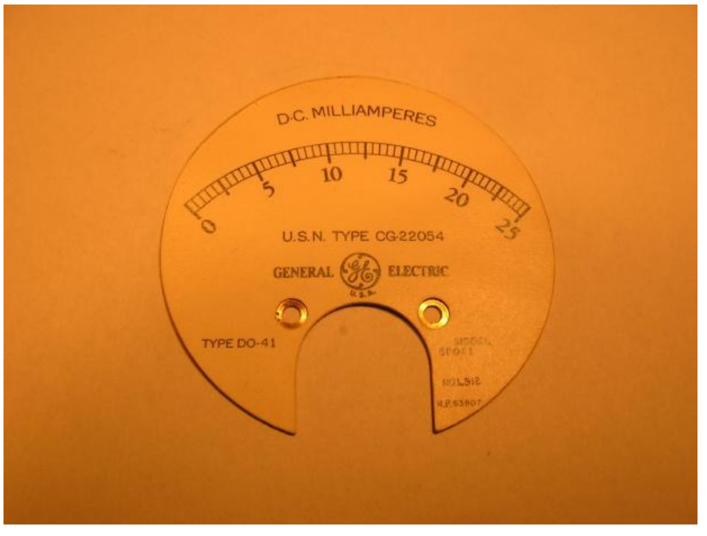


Stroomverdeling tussen shunts en meter

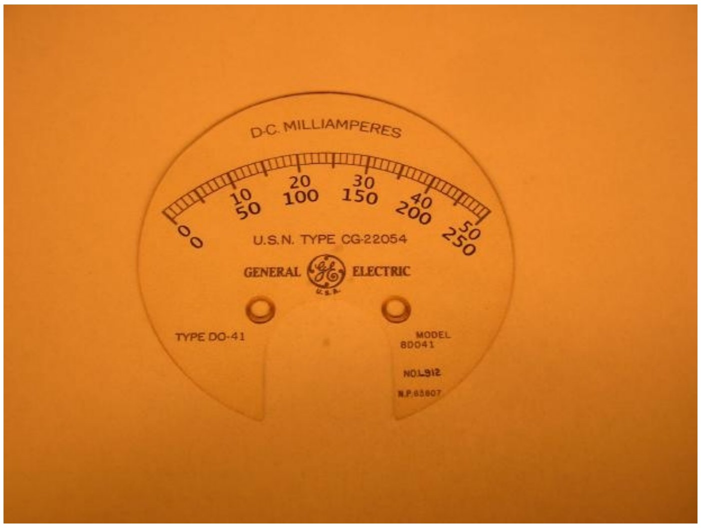
Maar ja, dan heb je het bereik wel aangepast, maar lijkt de schaal nergens op. Ik loste dat als volgt op: de schaal in die ronde paneelmeters zit meestal met twee schroefjes vast. Die draai je er zo af. Hou je een kale meter over:



Vervolgens de schaal onder de scanner (ik heb zo'n printer die scanner en printer in één is) en op een beetje leuke resolutie inlezen:



Met een fotobewerkingsprogramma veeg je de oude schaalwaarden uit en zet je er een nieuwe schaalverdeling in. De cijfers zijn netjes te draaien (transform - free rotate in Photoshop) en ik gebruikte ook nog 6% "arc" (boogvorm) om de grote getallen met de schaal mee te laten draaien. Dat levert een nieuwe schaal op:



Meestal is ook de oude schaal slechts op een metalen plaatje geplakt en is de achterzijde blank. Ik print de schaal op stickerpapier (een A4 sticker) en plak de schaal op de blanke achterzijde. De nieuwe schaal op zijn plek schroeven en je hebt een fraai ogende meter met precies de goede schaal die je hebben wilt.



Dus zo maak je een meter met de juiste waarde voor je project!

[1] http://bit.ly/2mgQulb

Rekenen aan warmteweerstanden

Misschien een beetje vreemde kop, maar waar het hier om gaat is hoe je kunt berekenen of een transistor een bepaald vermogen nog wel kwijt kan. En daarvoor wordt gerekend met warmte-weerstanden. Feitelijk werkt warmte in de natuur-kunde net als elektriciteit: er is een bron, in dit geval de transistor die warmte opwekt, en een circuit waarin die warmte vloeit, de warmte-weerstanden. Deze worden gevormd door de overgangen tussen de diverse geleiders: eerst van de warmtebron (het substraat van de transistor) naar de flens van de transistor, dan van de flens naar het isolatieplaatje (mits gebruikt), van het isolatieplaatje naar de koel-plaat en uiteindelijk van de koelplaat naar de omgeving. En wat bepalend is voor het geheel, is de maximale temperatuur van het substraat van de transistor. Uiteindelijk is dat het belang-rijkste: dat de transistor niet te heet wordt. Dus laten we daar eens beginnen. Als voorbeeld neem ik de specificaties van de bekente IRF510 MOSFET. Onder het kopje Thermal Resistance Ratings (thermische weerstand specificaties) zie je een aantal parameters benoemd die je kunt gebruiken voor het berekenen van je koelplaat. Er zijn drie verschillende "weerstanden" gespe-cificeerd: de Maximum Junction-to-Ambient, Case-to-Sink en Maximum Junction-to-Case.

THERMAL RESISTANCE RATINGS

PARAMETER	SYMBOL	TYP.	MAX.	UNIT
Maximum Junction-to-Ambient	R_{thJA}	-	62	°C/W
Case-to-Sink, Flat, Greased Surface	R_{thCS}	0.50	-	
Maximum Junction-to-Case (Drain)	R_{thJC}	-	3.5	

Maximum Power Dissipation	T_C = 25 °C	P_D	43	W
Peak Diode Recovery dV/dt [c]		dV/dt	5.5	V/ns
Operating Junction and Storage Temperature Range		T_J, T_{stg}	-55 to +175	°C
Soldering Recommendations (Peak temperature) [d]	for 10 s		300	

Wat willen deze getallen nou precies zeggen? De eerste, junction-to-ambient, geeft de weerstand tussen het substraat (de junction, het hart van de transistor) en de omgeving. Dus zonder koelplaat. Dat is interessant als je denkt de FET te kunnen gebruiken zonder koelplaat. De eenheid die hier gebruikt wordt, °C/W, is de eenheid voor thermische weerstand. Het zegt in dit geval dat voor elke Watt die de FET moet dissiperen, de temperatuur van de FET met 62 graden zal stijgen. Hoe lang gaat dat goed? Daarvoor kijken we naar de Absolute Maximum Ratings van de FET. Dat zijn de uiterste waarden waarbij hij nog nét niet kapot gaat. In bovenstaande knip uit de specificaties zie je dat de Operating Junction and Storage Temperature Range opgegeven is als -55 tot +175 °C. Die eerste zal niet gauw de beperkende factor zijn, maar die tweede wel. Stel dat de omgevingstemperatuur 20 graden is. Dan is de maximale temperatuursstijging die de FET aan kan, 175-20 en dat is 155 graden. Hoeveel Watt kan ik nu verstoken zonder dat de FET kapot gaat? Dat is:

$$P_{max} = \frac{\Delta T}{R_{thJA}} = \frac{155}{62} = 2,5W$$

Dus bij 2,5W dissipatie en 20 graden omgevingstemperatuur zit de FET aan zijn max. Dan moet het geen zomerse dag zijn, want als de omgevingstemperatuur dan 30 graden is, wordt de FET 185° en overlijdt... Kortom, zonder koelplaat ben je gauw klaar. Dus laten we eens naar de andere parameters kijken.

Die beide andere parameters bepalen de warmte-overdracht naar de eventuele koelplaat. De eerste weerstand die de junctie tegenkomt, is de Maximum Junction-to-Case weerstand. Dat is de warmteweerstand van de kern van de transistor naar zijn flens, waarmee hij op een koelplaat geschroefd wordt. Die is opgegeven als 3,5 °C/W. De tweede weerstand waar je mee te maken hebt, is die van de flens naar de koelplaat. Die weerstand heet Case-to-Sink, Flat, Greased Surface. Ofwel behuizing naar koelplaat, en dat moet dan wel een platte zijn, liefst ingevet met die witte pasta (greased). Dan haal je een weerstand van 0,50 °C/W.

Maar: die weerstand moet je optellen bij de Junction-to-Case weerstand. De weerstanden staan immers in serie (de warmte reist van de junctie naar de behuizing, en van de behuizing naar de koelplaat, dus in serie). De totale weerstand is dan 4,0 °C/W; minder kan niet. Dat betekent dat als we uitgaan van een omgevingstemperatuur van 30 graden (wil het in de zomer ook nog werken, of als het in de behuizing van de schakeling waar de transistor in zit wat warmer wordt), het maximale vermogen is:

$$P_{max} = \frac{175 - 30}{4} = \frac{145}{4} = 36,25W$$

Kijk nou eens naar de Maximum Power Dissipation die ik ook meegenomen had in de tabel boven aan de bladzijde? 43W. Maar bij 36,25W wordt de FET al 175°! Kortom: de IRF510 kan zijn maximum vermogen nooit continu leveren, ook niet aan een oneindige koelplaat. En dat is precies het probleem van deze FET. Want we hebben de warmteweerstand van de koelplaat naar de lucht nog niet eens besproken... Laten we die eens meenemen.



Hierboven zie je een stukje beeld uit de Conrad catalogus van een koelvin die onder amateurs regelmatig gebruikt wordt om b.v. een spanningsregelaar o.i.d. te koelen. Normaal kijk je dan naar de grootte en de prijs. Maar laten we

met de kennis van nu ook eens naar de warmteweerstand kijken. Die staat meteen naast het plaatje: 15 K/W. Huh? Wat is er met de °C/W gebeurd? Dat vereist enige uitleg. In de natuurkunde wordt met verschillende temperatuurschalen gewerkt. De bekendste is natuurlijk de graden Celsius, de schaal die gebaseerd is op het smeltpunt (0 °C) en het kookpunt (100 °C) van water. In Engelstalige landen wordt soms nog steeds gebruik gemaakt van de graden Fahrenheit, maar die zie je steeds minder. Maar in de natuurkunde zie je veel de Kelvin (zonder graden. Bij Celsius en Fahrenheit plaats je die wel, maar niet bij Kelvin). Kelvin heeft als basis het absolute nulpunt en dat is ongeveer -273 °C. Ofwel 0 °C is 273K. Maar van 0 naar 10 °C is hetzelfde als van 273 naar 283K. Dus of ik nou 10 °C stijg of 10K maakt voor de stijging niets uit. Daarom mag ik ook in K/W rekenen. Goed, dus terug naar de koelplaat. We hebben nu de 4 °C/W van de junctie naar de behuizing en de behuizing naar de ideale koelplaat. Maar dat is hij niet, want de koelplaat heeft een warmteweerstand van 15 K/W (of °C/W, dat is dus hetzelfde). De totale warmteweerstand naar de omgeving is dus 19 °C/W met dit koelplaatje. Je voelt 'm al: dit gaat niet goed. Ga ik weer uit van 30 graden omgevingstemperatuur, dan is nu het maximaal te dissiperen vermogen:

$$P_{max} = \frac{175 - 30}{19} = \frac{145}{19} = 7,6W$$

Kansloos dat je dat in een eindtrap toe kunt passen. Op deze manier gaat de boel heel gauw stuk als je een beetje vermogen gaat verstoken in de FET. En het kan nóg erger. Stel dat je er zo'n mica isolatieplaatje onder schroeft. Ook die hebben we allemaal wel eens gebruikt om een transistor geïsoleerd op te stellen. Het is even zoeken naar de warmteweerstand van zo'n plaatje, maar ik vond een voorbeeld op de site van Reichelt in Duitsland. Zie onder aan de bladzijde. Ik heb het tekeningetje even over de specificaties heen geplakt, dan herken je vast wel waar ik het over heb. En wat zien we? Erger dan TO220 is er niet, qua weerstand. Nog eens 1,2 °C/W erbij (merk op dat ook hier in K/W gespecificeerd wordt. Maar zoals gezegd, dat is in dit geval hetzelfde). Weliswaar zonder koelpasta, maar toch. Het wordt er niet beter op.

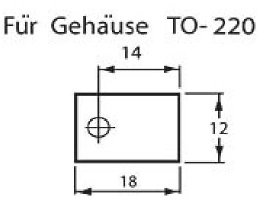
Als laatste geef ik een voorbeeld van hoe je de andere kant op kunt rekenen: ofwel, hoe bepaal ik de specificaties van mijn koelplaat? Daarbij gaan we er wel even vanuit dat je de transistor niet tot zijn uiterste belast. Dus we nemen weer een IRF510, maar die ga ik toepassen in een eindtrap van 5W, door er niet meer dan 12V op te zetten. We dichten de eindtrap een rendement van 60% toe, dus als 5W gelijk is aan 60%, dan is 100% gelijk aan 8,33W. Er gaat dus 8,33W de transistor in, en er komt 5W HF uit. Dan moet er dus 8,33-5=3,33W in warmte omgezet worden. Verder wil ik dat bij 30 °C omgevingstemperatuur de junctie van de transistor niet heter wordt dan 100 °C. Dat is dus NIET de temperatuur van de koelplaat, maar van de junctie helemaal binnenin de transistor! De temperatuur van de koelplaat rekenen we zo wel uit. Nu moeten we de formule even anders invullen. We weten de temperatuursstijging en we weten het vermogen. De weerstand moet dan zijn:

$$R_{thJA} = \frac{\Delta T}{P}$$

Ofwel: de thermische weerstand is het temperatuursverschil tussen junctie en omgeving gedeeld door het vermogen dat je kwijt moet. Daaruit volgt:

$$R_{thJA} = \frac{\Delta T}{P} = \frac{100 - 30}{3,33} = \frac{70}{3,33} = 21^oC/W$$

Type	Wärmewiderstand[1)] [K/W]	für Gehäuse
GLIMMER TO 3	0,35	TO3
GLIMMER TO 220	1,2	TO220
GLIMMER TOP3B	0,8	TOP3



1) ohne Wärmeleitpaste

De totale thermische weerstand mag dus 21 $^oC/W$ zijn. En dat begint erop te lijken. De thermische weerstand van de transistor was in het totaal 4 $^oC/W$ dus dan mag de koelplaat geen grotere weerstand hebben dan:

$$R_{th(H)} = 21 - 4 = 17^oC/W$$

Het Conrad koelplaatje had een specificatie van 15 K/W ($^oC/W$) dus die voldoet in dit geval! Als laatste rekenen we dan nog even uit wat de temperatuur van de koelplaat wordt. De warmteweerstand van de koelplaat is 15 $^oC/W$, het aantal Watts is 3,33 en dat betekent dat de temperatuursstijging gelijk is aan:

$$\Delta T = P * R_{th} = 3,33 * 15 = 50^oC$$

Daar moet je dan de omgevingstemperatuur nog bij optellen. Is die 30 ^oC (zomerse dag) dan wordt de koelplaat temperatuur dus 80 ^oC. En de junctie van de transistor? Die wordt nog een beetje warmer, want er zit nog minimaal 4 $^oC/W$ tussen de junctie en de koelplaat:

$$\Delta T = P * R_{th} = 3,33 * 4 = 13,33^oC$$

Ook dit is weer de temperatuurs***stijging*** en komt dus bovenop de koelplaattemperatuur. De junctietemperatuur wordt dan 80 + 13,33 = 93,33 ^oC en dat is ruim binnen de specificatie van 175 ^oC. Het is ook lager dan de 100 ^oC waarmee we de berekening voor de koelplaat in gingen, omdat de uiteindelijk gekozen koelplaat een betere specificatie had (namelijk 15 $^oC/W$) dan vereist om aan onze voorwaarden te voldoen (17 $^oC/W$). Minder warmteweerstand is voor een koelplaat dus beter.

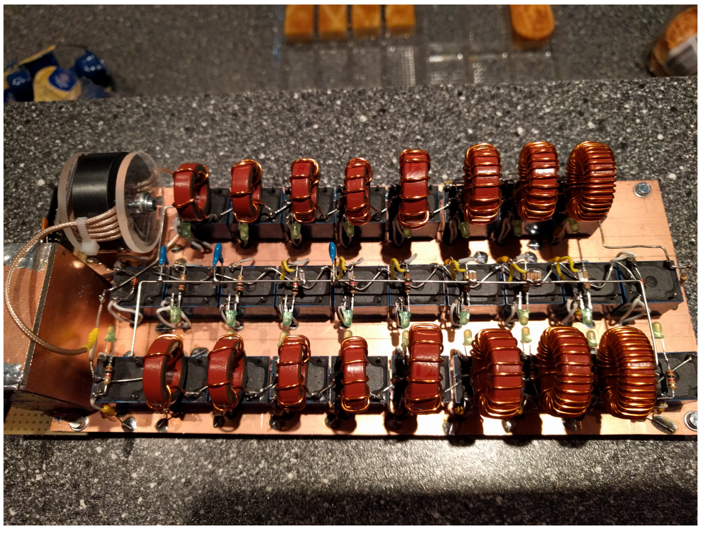
Hopelijk heb je nu een beetje inzicht in de warmtehuishouding van transistoren, en hoe je hier mee aan de slag kunt. Het moge duidelijk zijn dat de opgegeven maximale vermogens-dissipatie van een transistor niet automatisch onder alle omstandigheden geleverd kan worden. Bij de IRF510 is dat duidelijk niet het geval. Het loont de moeite om er eens even aan te rekenen om er zeker van te zijn dat hetgeen je ontworpen hebt, in de praktijk ook heel blijft. Veel succes met experimenteren!



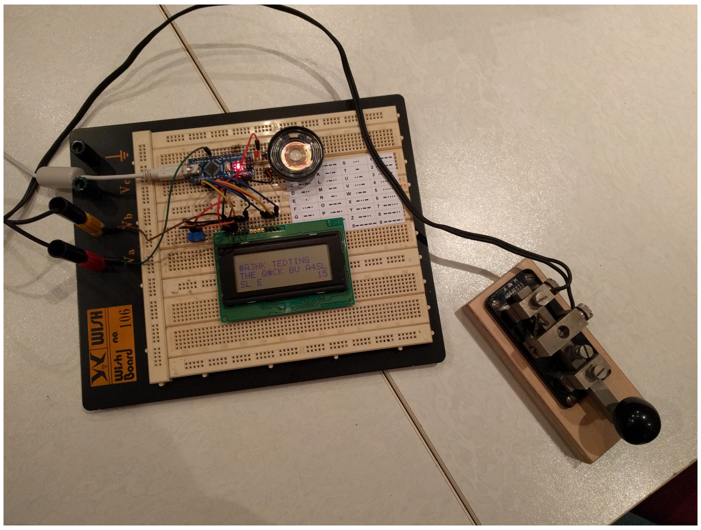
Afdelingsnieuws

Omdat februari 28 dagen had, vallen de afdelingebijeenkomsten in maart op dezelfde data als in februari: op de woensdagen 8 en 22 maart. De 8e is onze eerste bijeenkomst en zal ijs en weder dienende de QSL-manager er zijn voor het uitwisselen van de kaarten.

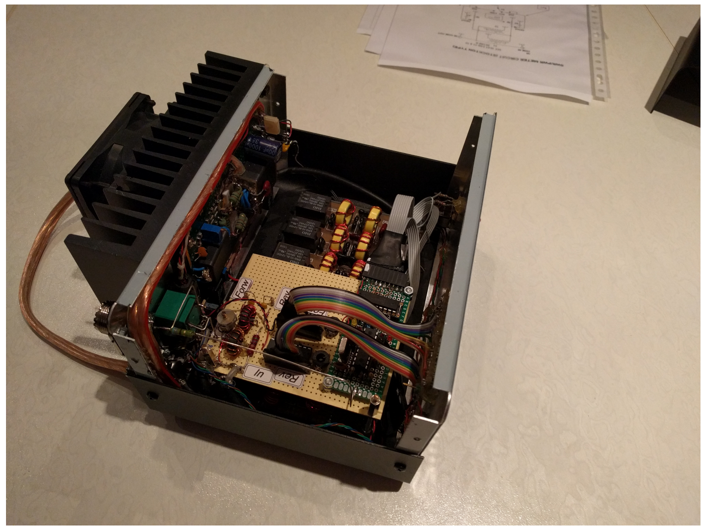
Vanaf 20.00 is eenieder welkom in ons clubhuis van de Minigolf Zoetermeer in het Vernède sportpark. En dan bedoelen we ook iedereen, dus niet alleen leden van de RAZ. Kom gewoon eens kijken als techniek je interesseert. Een bloemlezing uit de verschillende projecten die de afgelopen tijd te zien geweest zijn:



De automatische antennetuner van Gert PE0MGB, waar aan gewerkt wordt.



Testopstelling van een morse-decoder van Mans PA2HGJ



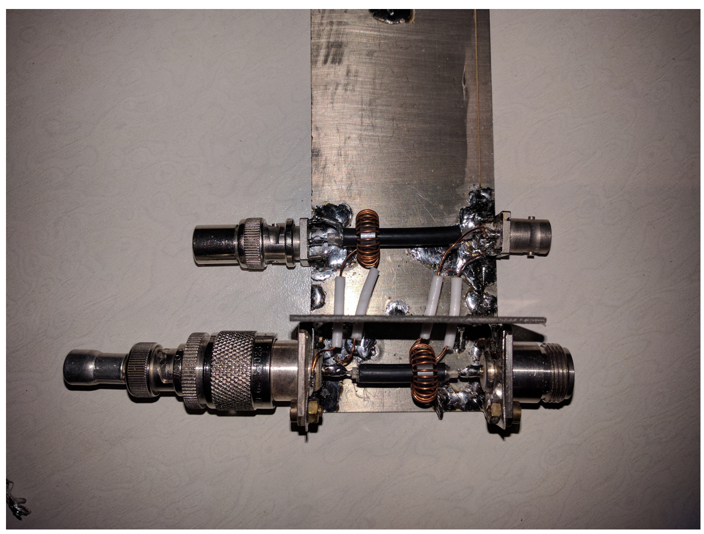
100W HF eindtrap van Henny PA3HK



Kleine draagbare morse decoder van Henny PA3HK



Kleine power/swr meter met geluidssignalen zodat je op gehoor kunt tunen, van Henny PA3HK



Symmetrische meetbrug van Chris PA0OKC, als onderdeel van de automatische antenne tuner experimenten.

Zoals je ziet is er altijd wel inspiratie op te doen voor de bouw van iets wat in de hobby goed van pas komt. Dus kom gerust eens kijken: er zijn amateurs genoeg die je op weg kunnen helpen met een project!